



11-04-08

ITN

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of
Chihiro, Araki

App. No.: 10/063870
Filed: May 21, 2002
Conf. No.: 2472
Title: WIRE BONDING METHOD AND
APPARATUS THEREFOR
Examiner: L. Tran
Art Unit: 1725

PRIORITY TRANSMITTAL

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Arlington, VA 22313-1450

Dear Sir:

In support of applicant's Priority Claim made in the Declaration filed with this case and pursuant to the provisions of 35 USC 119, enclosed herewith is a Certified Copy of Japanese Application Serial Number 2001-161742, filed May 30, 2001. Please enter this into the file.

Respectfully submitted:

Ernest A. Beutler
Reg. No. 19901

Phone (949) 721-1182
Pacific Time

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 5月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-161742

[ST.10/C]:

[JP2001-161742]

出 願 人

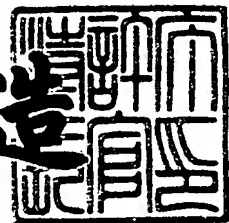
Applicant(s):

株式会社モリック

2002年 5月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3032653

【書類名】 特許願

【整理番号】 P17576

【提出日】 平成13年 5月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【ブルーフの要否】 要

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県周智郡森町森1450番地の6 株式会社モリック内

 【氏名】 荒木 千博

【特許出願人】

 【識別番号】 000191858

 【氏名又は名称】 株式会社モリック

【代理人】

 【識別番号】 100100284

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 荒井 潤

 【電話番号】 045-590-3321

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019415

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ワイヤボンディング方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波振動を付与しながら半導体チップ上のボンディングパッドに金属細線を加圧して溶着させるワイヤボンディング方法において、

前記金属細線の接合状態を検出し、接合完了状態の検出に応じて超音波振動および加圧を停止することを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項 2】

前記超音波振動を付与する発振器からのフィードバック信号により前記接合状態を検出することを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤボンディング方法。

【請求項 3】

前記フィードバック信号の波形の急激な変化点を判別して前記接合完了状態を検出することを特徴とする請求項 2 に記載のワイヤボンディング方法。

【請求項 4】

金属細線を保持して半導体チップのボンディングパッド上に押付けるためのツールと、該ツールに超音波振動を付与するための振動子と、該振動子を振動させるための発振器と、該発振器の出力制御を行う制御部と、前記ツールに押付け力を付与するための加圧手段とを有するワイヤボンディング装置において、

前記金属細線とボンディングパッドとの接合検出手段を備え、該接合検出手段の検出結果に応じて前記制御部が動作するように該接合検出手段と制御部とを連結したことを特徴とするワイヤボンディング装置。

【請求項 5】

前記接合検出手段は、前記発振器出力のフィードバック回路からなることを特徴とする請求項 4 に記載のワイヤボンディング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体チップ上の電極（ボンディングパッド）とチップ外部の電極

パッドとを金属細線で接続するワイヤボンディング方法およびワイヤボンディング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置製造プロセスにおいて、リードフレームあるいは基板上に搭載された半導体チップとチップ外部のリードあるいは基板に形成された電極パッドとをアルミニウムワイヤあるいは金ワイヤ等の金属細線で接続するワイヤボンディング工程がある。このワイヤボンディング工程において、ワイヤボンダー（ワイヤボンディング装置）のボンディングツール部へ金属細線を引き出してこれを半導体チップのボンディングパッド上に圧接して溶着させる。超音波方式のワイヤボンダーでは、ツールに超音波振動を付与しながらこれをボンディングパッドに押付けて接合する。

【0003】

従来のワイヤボンダーにおいて半導体チップ上に金属細線を接合する場合、予め接合時間を設定して、この接合時間中ツールに超音波および加圧力を付与して金属細線をチップのボンディングパッド上に押付けて圧着している。この接合時間は、接合部の溶着性のばらつきを考慮してある程度余裕を見込んでばらつきの最大時間をカバーするように設定される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、実際の各ボンディングパッドに対しツールを圧接して金属細線を溶着した場合、個々のパッドでの溶着性のばらつきに応じて接合完了時間が設定時間より短くなるため、溶着しても接合動作が終了せず、接合完了後設定時間に達するまでの間、半導体チップに対し超音波振動および加圧力が付与され続ける。このため、半導体チップに不要な振動や押圧力が作用して割れや破壊および内部機能の劣化の原因となっていた。

【0005】

特に、例えば電動車両等のモータやその他のモータあるいは発電機等の回転機器における電力制御ユニット等においては、配線距離を短くして抵抗を小さくし

半導体素子性能を充分引出すため、および製造プロセスの効率化や実装の高密度化のために、半導体素子をベアチップの状態で基板上の電極パターンや回路パターン上に搭載している。このようなベアチップに対しボンディングする場合には、振動や加圧力の影響が大きくなり、割れや劣化の問題がさらに大きくなる。

【0006】

本発明は上記従来技術を考慮したものであって、接合部の溶着性のばらつきにかかわらず常に最適な最小時間で金属細線を半導体チップ上に接合できるワイヤボンディング方法および装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため、本発明では、超音波振動を付与しながら半導体チップのボンディングパッド上に金属細線を加圧して溶着させるワイヤボンディング方法において、前記金属細線の接合状態を検出し、接合完了状態の検出に応じて超音波振動および加圧を停止することを特徴とするワイヤボンディング方法を提供する。

【0008】

この構成によれば、金属細線の圧接開始時点またはその付近から接合状態を検出し、その検出データから接合部における接合前と接合後の状態変化を検出し、接合が完了したことが判別されたら、金属細線に対する超音波振動および加圧力の付与が停止される。これにより、接合部の溶着性のばらつきにかかわらず、各接合部ごとに、その接合部に応じた最適な最短時間で接合動作を終了し、接合完了後の不必要な超音波や加圧力の付与が停止される。このため、特に半導体チップに対する振動や加圧力の影響が大きくなる接合完了後の状態で半導体チップに対する振動や押圧力が軽減され、半導体チップの割れや破壊および内部機能の劣化が抑制される。

【0009】

好ましい構成例では、前記超音波振動を付与する発振器からのフィードバック信号により前記接合状態を検出することを特徴としている。

【0010】

この構成によれば、発振器からのフィードバック信号をモニターすることにより、その信号波形から接合完了状態が判別できるため、これに応じて超音波および加圧力の付与を停止できる。

【 0 0 1 1 】

さらに好ましい構成例では、前記フィードバック信号の波形の急激な変化点を判別して前記接合完了状態を検出することを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、発振器からのフィードバック信号の波形が、接合部の溶着により急激な立上り等の波形変化が生じるようにツールをセットしておくことにより、フィードバック信号から接合部の接合完了状態を確実に検出できる。

【 0 0 1 3 】

さらに本発明では、上記ワイヤボンディング方法を実施するためのワイヤボンディング装置として、金属細線を保持して半導体チップのボンディングパッド上に押付けるためのツールと、該ツールに超音波振動を付与するための振動子と、該振動子を振動させるための発振器と、該発振器の出力制御を行う制御部と、前記ツールに押付け力を付与するための加圧手段とを有するワイヤボンディング装置において、前記金属細線とボンディングパッドとの接合検出手段を備え、該接合検出手段の検出結果に応じて前記制御部が動作するように該接合検出手段と制御部とを連結したことを特徴とするワイヤボンディング装置を提供する。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、ツールを介して金属細線をボンディングパッド上に押付けて溶着させる場合に、接合完了により接合部が溶着したことを検出する接合検出手段が備わるため、その検出結果により接合完了を判別してこれに応じて制御部を介して発振器の動作を停止させることができる。これにより前述のように、半導体チップの割れや破壊および機能劣化が抑制される。

【 0 0 1 5 】

好ましい構成例では、前記接合検出手段は、前記発振器出力のフィードバック回路からなることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、発振器の出力信号を制御部にフィードバックする回路を構成し、このフィードバック回路により、接合部の振動に要する負荷に応じた接合状態を検出することができ、ここから接合完了を判別することができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明の実施形態に係るワイヤボンディング装置のブロック構成図である。

【 0 0 1 8 】

このワイヤボンディング装置 1 は、ツール 2 と、このツール 2 が一体的に固定された振動子 3 と、この振動子 3 に超音波振動を付与する超音波発振器 4 と、振動子 3 と一体のツール 2 に加圧力を付与する荷重リニアモータ 5 と、ツール 2 を Z 軸方向（上下方向）に駆動する Z 軸モータ 6 と、Z 軸モータ 6 によるツール 2 の Z 軸方向の位置を検出する Z 軸エンコーダ 7 と、接合時に加圧力が付与されたツール 2 の沈み込み量を検出する沈み込みセンサ 8 と、接合動作を制御する制御部 9 とにより構成される。ツール 2 の下方に半導体チップ 1 0 が実装された半導体基板 1 1 がセットされる。半導体チップ 1 0 上に形成されたボンディングパッド 1 2 にアルミニウムあるいは金等からなる金属細線（ワイヤ） 1 3 が接合される。

【 0 0 1 9 】

金属細線 1 3 は、ツール先端部により半導体チップ 1 0 のボンディングパッド 1 2 上に押付けられて溶着する。ツール 2 は、ボンディングパッド 1 2 上に金属細線 1 3 を接合した後、金属細線 1 3 を引出しながら基板 1 1 に形成した電極（不図示）上に移動して金属細線 1 3 を接合し、その後金属細線 1 3 を切断する。これを繰返して半導体チップ 1 0 の各電極（ボンディングパッド 1 2）と基板側の電極が金属細線 1 3 により接続される。

【 0 0 2 0 】

ボンディングパッド 1 2 上にツール 2 を押付けて金属細線 1 3 を溶着させる場合、X Y 方向に位置決めされたツール 2 を Z 軸モータ 6 の駆動で所定位置まで下

降させ、荷重リニアモータ5により所定の加圧力を付与する。加圧力はロードセル（不図示）によりモニターされ、制御部9のマイコンのメモリに格納されたプログラムにしたがって制御される。

【0021】

制御部9は、予め設定されたプログラムにしたがって、超音波発振器4に駆動信号Aを印加して駆動し、この超音波発振器4の出力信号Bにより振動子3を介してツール2に超音波振動が付与される。この振動に要する負荷は接合部の溶着状態により変わる。超音波発振器4の出力信号Bは、ツール2の先端の金属細線（ワイヤ）13の溶着状態に応じて変化するように制御部9が超音波発振器4に対し駆動信号Aを発信する。この出力信号Bと同じ信号が出力監視用の出力モニター信号Cとして制御部9に帰還される。この出力モニター信号Cに基づいて超音波発振器4が駆動制御される。

【0022】

この出力モニター信号Cは、ボンディングパッド12上の接合部での金属細線13の溶着状態に対応しているため、この出力モニター信号Cをモニターすることにより、溶着が完了したことを検出することができる。

【0023】

図2は、上記図1のワイヤボンディング装置による半導体チップへのボンディング動作時の波形信号の図である。

(A) (B) 各図において、グラフaは図1の沈み込みセンサ8によるツール2の沈み込み量を示し、グラフbは制御部9からのフィードバック信号によって出力される駆動信号（超音波出力信号）Aを示す。時間t0で荷重リニアモータ5による加圧力が付与され、沈み込み量aの検出電圧が増加する。時間t1で超音波発振器4が駆動開始され超音波出力信号Aが立上る。この超音波出力信号Aは、ワイヤ接合部の接合状態に応じて徐々に増加する。時間t2でワイヤ接合部が完全に溶着した接合完了状態になる。この状態で(A)のグラフの場合には、超音波出力信号Aが急激に変化して立上り、その後ほぼ一定の出力電圧となる。このような超音波出力信号波形の変化は、例えばツール2のセット状態によって、大きく現れたりあるいは殆ど現れない場合もある。

【 0 0 2 4 】

(A) に示すように、超音波出力の信号波形に急激な変化点が現れるように、予めツールや振動子等の取り付け状態その他の接合処理条件を調整しておくことができる。(B) のグラフの場合には、ワイヤ接合部が溶着完了しても超音波出力波形には立上り変化は現れていない。(A) (B) いずれの場合にも、ワイヤ接合部が溶着完了した時間 t_2 以降は超音波出力信号 b はほぼ一定となって平坦な波形となる。ワイヤが溶着して接合完了した後、時間 t_3 で超音波発振器 4 の駆動を停止してツールへの超音波振動の付与を停止するとともに荷重リニアモータの駆動を停止して加圧力の付与を停止する。これにより、半導体チップのボンディングパッド上でのボンディング動作が終了する。

【 0 0 2 5 】

本発明では、時間 t_2 での溶着完了が検出された時点で超音波振動および加圧力の付与を停止してそのボンディングパッド上でのボンディング動作を終了する。この場合、(A) に示すように、超音波出力信号波形に急激な変化点が現れるので、この変化点を検出したら直ちに、あるいは変化点後の平坦状態を確認する僅かな時間後に、ボンディング動作を停止するように構成することが望ましい。ただし、(B) に示すように、時間 t_2 で立上り変化点が現れない場合であっても、時間 t_2 以降は平坦波形となるため、この平坦状態を検出することにより、接合部での溶着完了を判別してボンディング動作を停止することも可能である。

【 0 0 2 6 】

このように、接合部での溶着状態を検出して溶着完了が判別された時点で速やかに超音波振動および加圧力の付与を停止することにより、個々のボンディングパッド上での溶着性のばらつきにかかわらず、常に各ワイヤ接合部に対応して溶着完了後に不必要な超音波振動や加圧力を付与することなく最短時間でボンディングを終了することができる。

【 0 0 2 7 】

上記実施形態では、接合部での溶着完了を検出する手段として、超音波発振器からの出力電圧フィードバック回路を用いてその信号波形検出に基づいて判別したが、これに限らず、例えばレーザ光を接合部に照射してその反射光を検出する

ことにより接合状態変化を判別することもできる。

【 0 0 2 8 】

図 3 は本発明に係るワイヤボンディング方法により製造される電動車両駆動用のモータ制御ユニットを構成する回路基板の平面図である。本発明のワイヤボンディング装置を用いたボンディングプロセスは、この制御ユニットのダイオード及び F E T をボンディングするときに用いられる。

【 0 0 2 9 】

アルミニウム基板 4 9 上に銅による導体パターン（不図示）が形成されその上にレジスト 5 0 がコーティングされる。このレジスト 5 0 をパターニングすることによりモータ制御回路を構成するダイオード用のランドパターン 5 1 および F E T 用のランドパターン 5 2 が形成される。アルミニウム基板 4 9 上の 3 ヲ所に制御回路の出力取出端子部 5 3 a、5 3 b、5 3 c が形成され、それぞれ 2 本の出力端子取付け用の孔 1 4 が形成される。アルミニウム基板 4 9 の 4 隅には後述のケース本体に固定するための取付け孔 1 5 が設けられる。基板上にはさらに、駆動回路を構成するゲート抵抗 1 6 が備わる。

【 0 0 3 0 】

図 4 (A) (B) は、図 3 のアルミニウム基板 4 9 のチップ実装状態の平面図および正面図である。

ダイオード用の各ランドパターン 5 1 にダイオード 1 7 が半田接合され、F E T 用の各ランドパターン 5 2 に F E T 1 8 が半田接合される。各ダイオード 1 7 は樹脂 1 9 でそれぞれ封止される。各 F E T 1 8 は、コネクタ 2 1 とともに樹脂 2 0 で封止される。このようなダイオード 1 7 および F E T 1 8 を封止する樹脂材料としては、一般に市販されている線膨張係数 $15 \sim 30 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の液状封止材料を選択して用いることができる（例えば銅に近似する線膨張係数 $15 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ やアルミニウムに近似する線膨張係数 $22 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 等の封止材料が市販され容易に入手可能である）

【 0 0 3 1 】

図 5 (A) (B) (C) は、それぞれ図 4 のアルミニウム基板 4 9 を組込んだモータ制御ユニットの平面透視図、正面透視図および側面図である。

【0032】

このモータ制御ユニット22は、アルミニウム基板49等により構成された駆動制御回路をケース本体23内に収容したものである。このケース本体23は、アルミニウムまたはその合金からなる金属材料を押出し成形により形成したものである。ケース本体23は、両端が開放した筒状体であり、外周面に複数の並列するリブ24が突出して形成される。このリブ24により、ケース本体23の表面積が大きくなって放熱性が高まるとともに、ケース本体23の剛性や強度が高まる。アルミニウム基板9上には、電解コンデンサ25等の駆動制御回路（図7参照）を構成する素子が搭載される。26a、26b、26cは、前述の出力端子取出し部53a、53b、53c（図3、図4参照）に接続する端子取出板である。制御回路の各信号線は電気ケーブル30およびカプラ27を介して車両側のスイッチその他の駆動または制御部品に接続される。アルミニウム基板49の下面側には、前述の出力端子用の孔14（図3、図4参照）を挿通して設けた出力端子28が突出する。このようなアルミニウム基板49およびこれに搭載された電子部品はケース本体23内に収容され樹脂（不図示）により封止される。

【0033】

図6は、上記モータ制御ユニット22の外観構成図であり、（A）は平面図、（B）は正面図、（C）は側面図である。

前述のように表面にリブ24が形成されたケース本体23の一方の側面から端子取出板26a、26b、26cおよびカプラ27に接続する電気ケーブル30が取出される。ケース本体29内は樹脂29で封止される。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、金属細線の圧接開始時点またはその付近から接合状態を検出し、その検出データから接合部における接合前と接合後の状態変化を検出し、接合が完了したことが判別されたら、金属細線に対する超音波振動および加圧力の付与が停止される。これにより、接合部の溶着性のばらつきにかかわらず、各接合部ごとに、その接合部に応じた最適な最短時間で接合動作を終了し、接合完了後の不必要な超音波や加圧力の付与が停止される。このため、

特に半導体チップに対する振動や加圧力の影響が大きくなる接合完了後の状態で半導体チップに対する振動や押圧力が軽減され、半導体チップの割れや破壊および内部機能の劣化が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係るワイヤボンディング装置の構成図。

【図 2】 図 1 のワイヤボンディング装置による信号波形図。

【図 3】 本発明が適用されるアルミニウム基板の平面図。

【図 4】 図 3 のアルミニウム基板のチップ実装状態の平面図。

【図 5】 図 4 のアルミニウム基板を組込んだ電動車両のモータ制御ユニットの構成説明図。

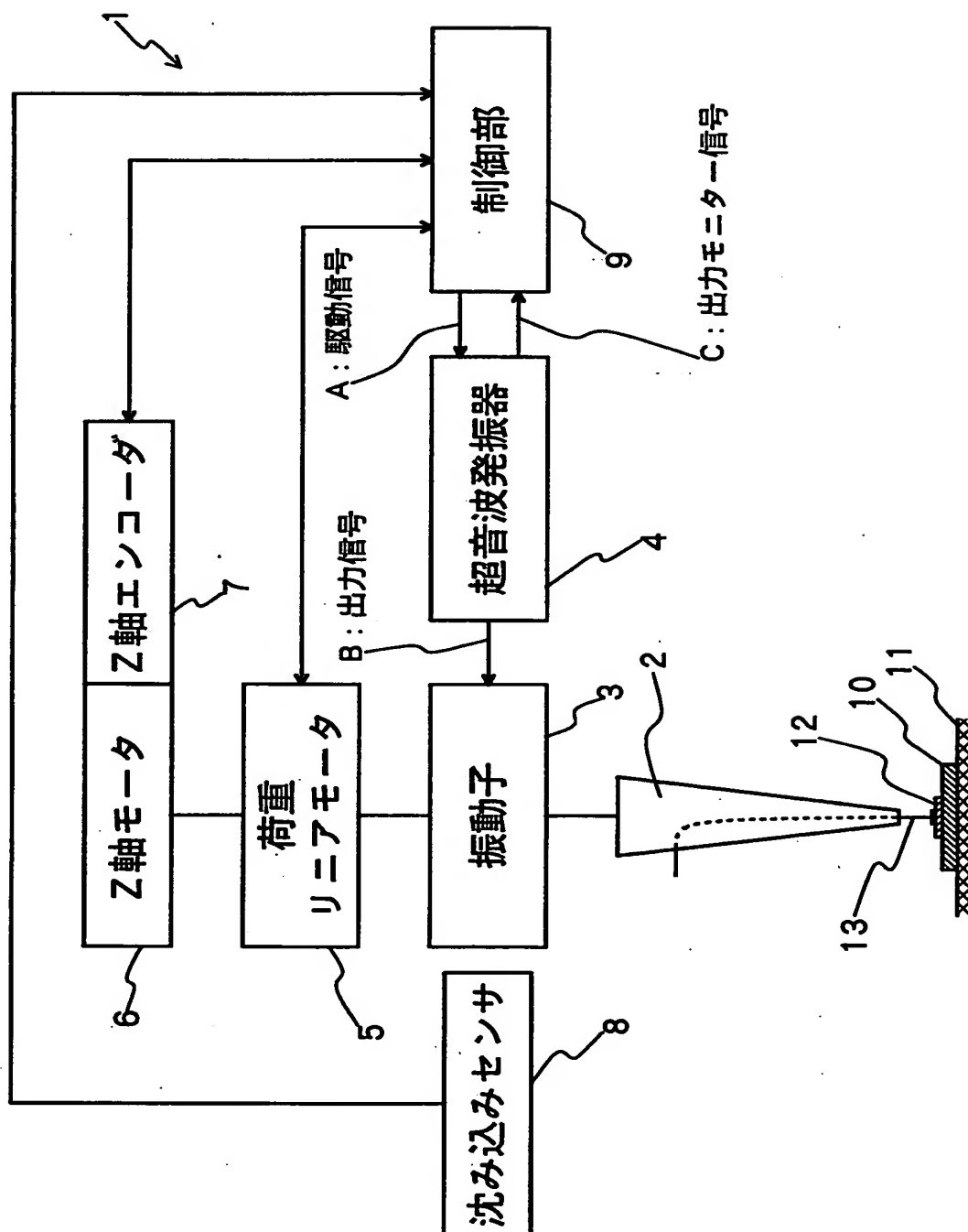
【図 6】 図 5 のモータ制御ユニットの外観構成説明図。

【符号の説明】

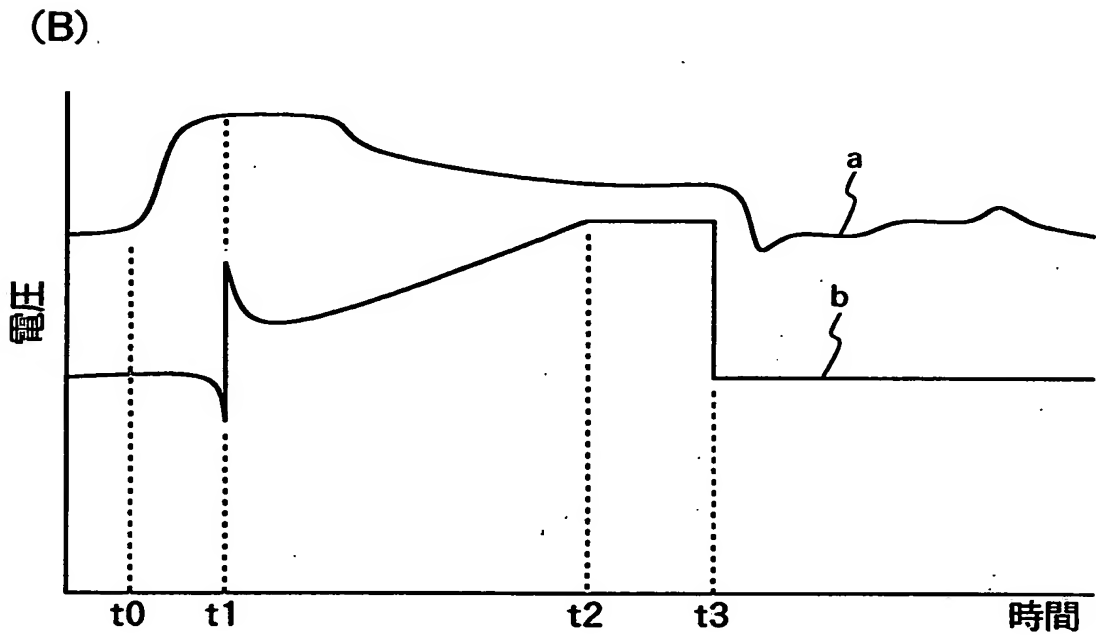
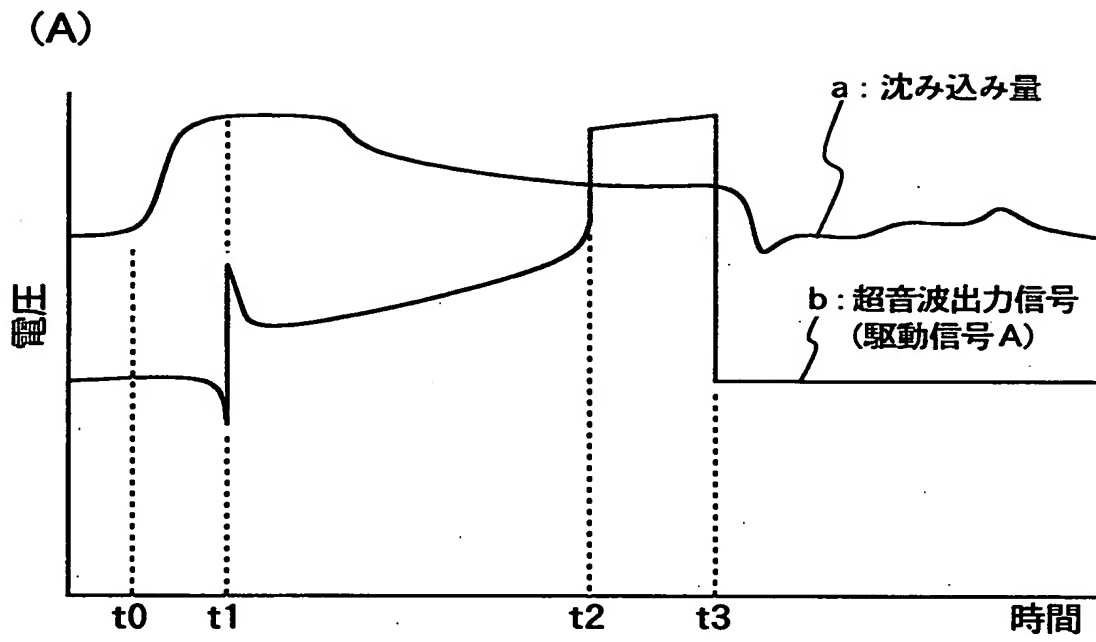
1 : ワイヤボンディング装置、 2 : ツール、 3 : 振動子、
4 : 超音波発振器、 5 : 荷重リニアモータ、 6 : Z 軸モータ、
7 : Z 軸エンコーダ、 8 : 沈み込みセンサ、 9 : 制御部、
10 : 半導体チップ、 11 : 基板、 12 : ボンディングパッド、
13 : 金属細線（ワイヤ）、 14 : 出力端子取付け用の孔、 15 : 取付け孔、
16 : ゲート抵抗、
17 : ダイオード、 18 : FET、 19, 20 : 樹脂、 21 : コネクタ、
22 : モータ制御ユニット、 23 : ケース本体、 24 : リブ、
25 : 電解コンデンサ、 26 a, 26 b, 26 c : 端子取出板、
27 : カプラ、 28 : 端子、 29 : 樹脂、 30 : 電気ケーブル、
49 : アルミニウム基板、 50 : レジスト、
51 : ダイオード用のランドパターン、
52 : FET用のランドパターン、
53 a, 53 b, 53 c : 出力取出端子部。

【書類名】 図面

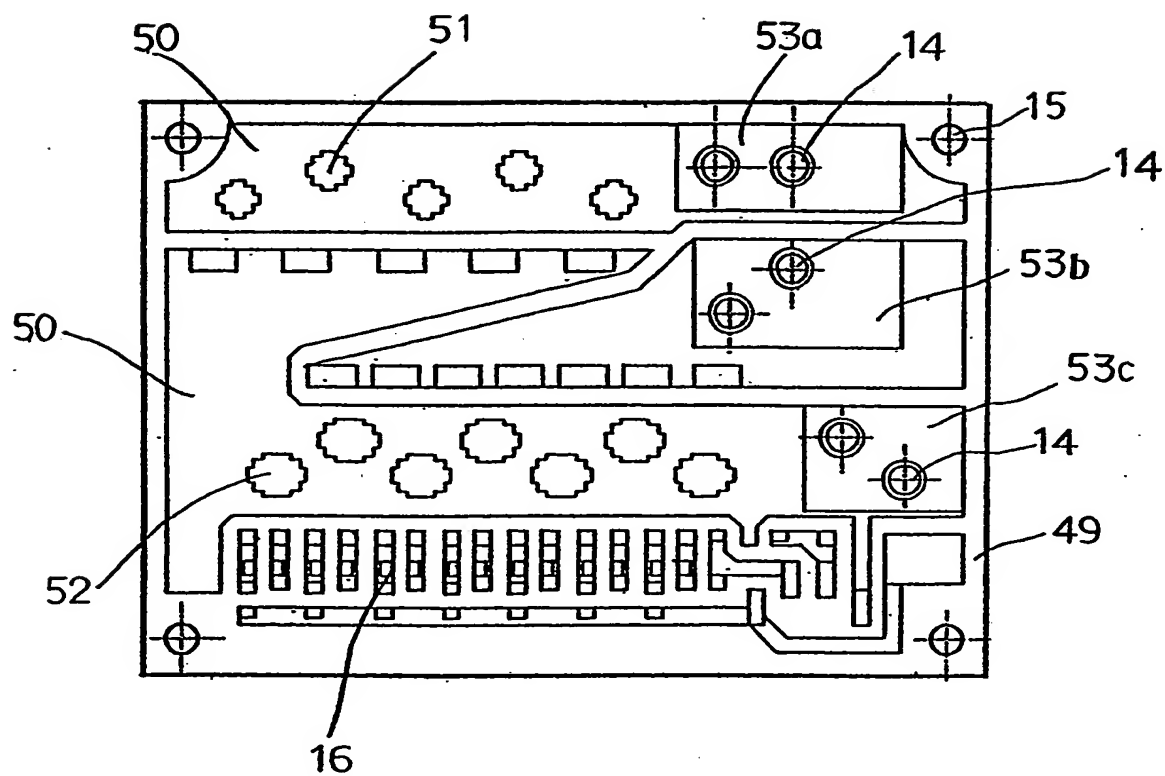
【図 1】



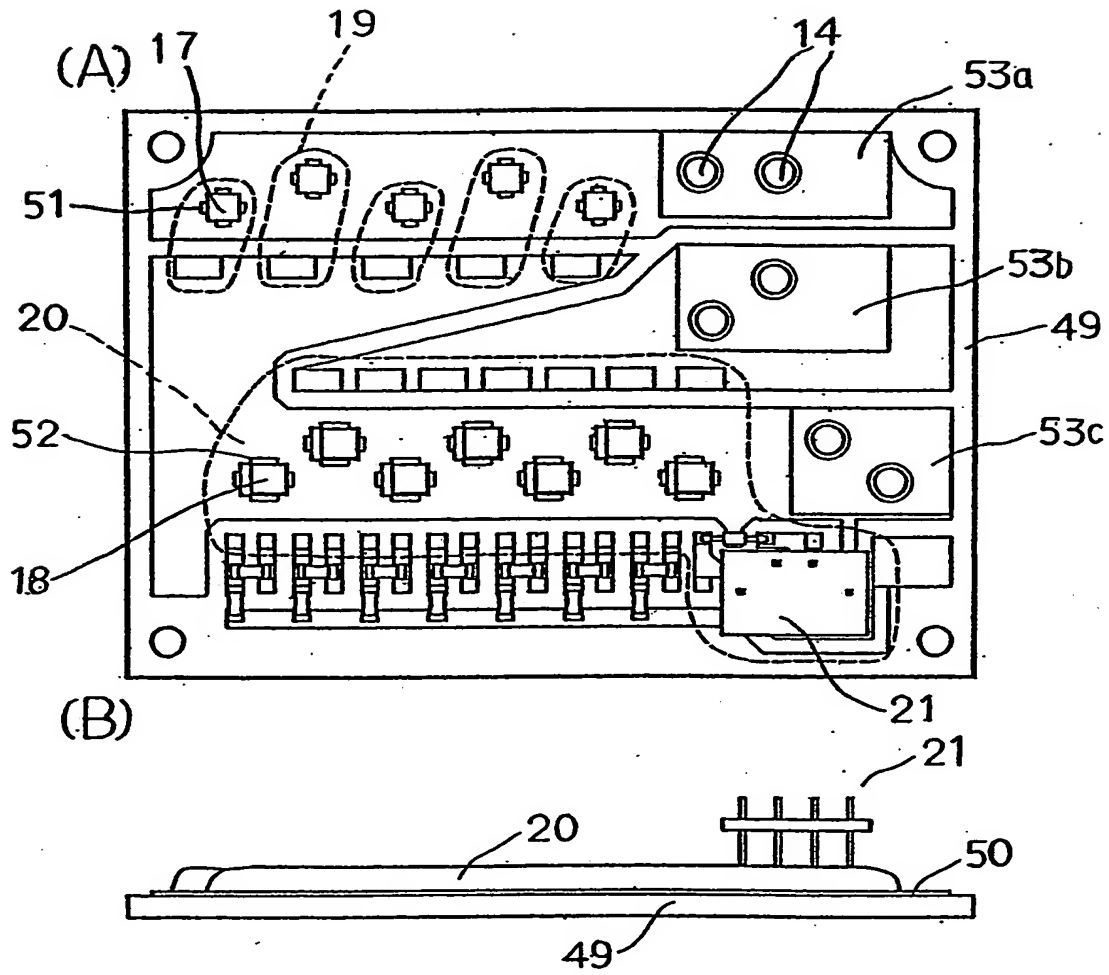
【図 2】



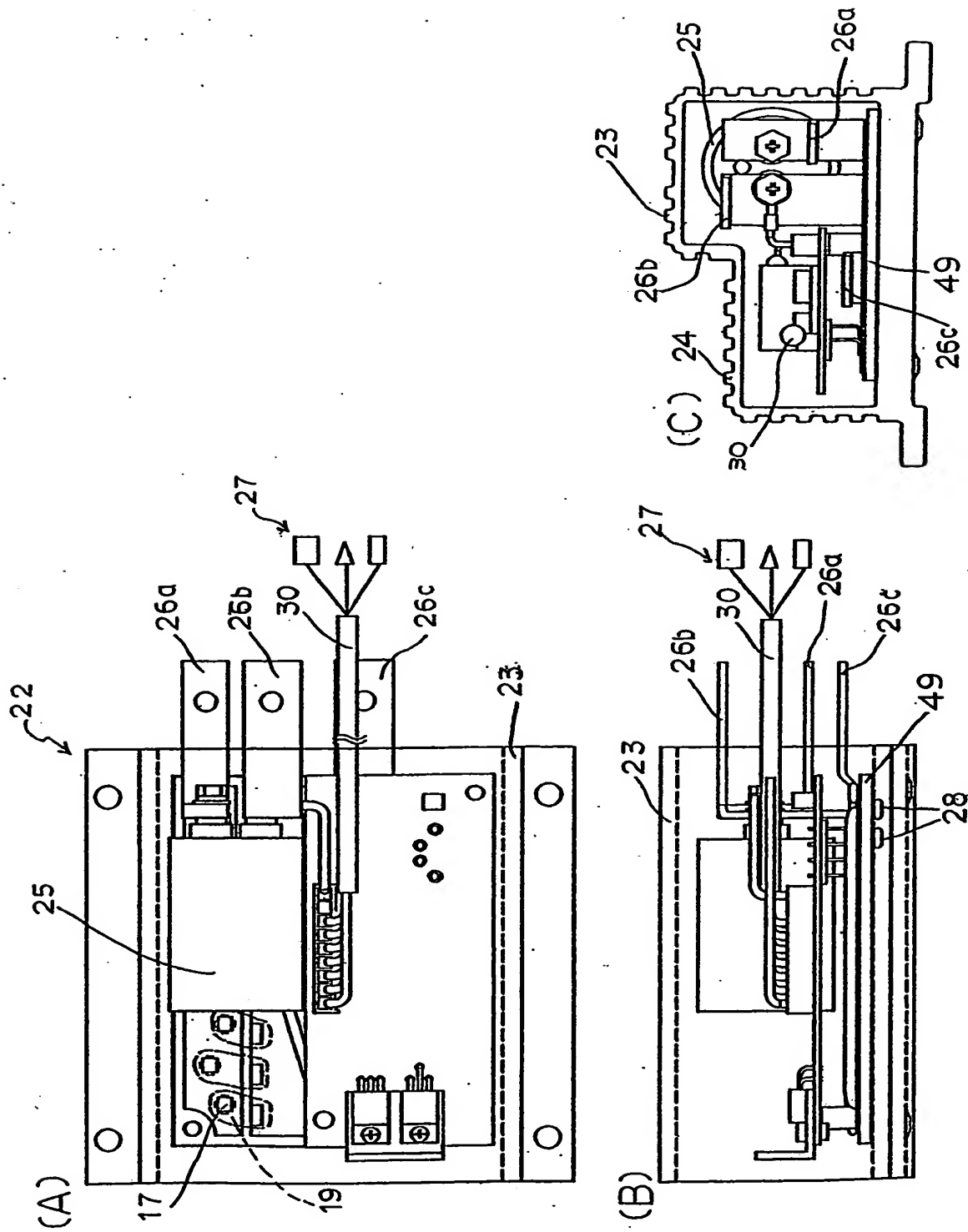
【図 3】



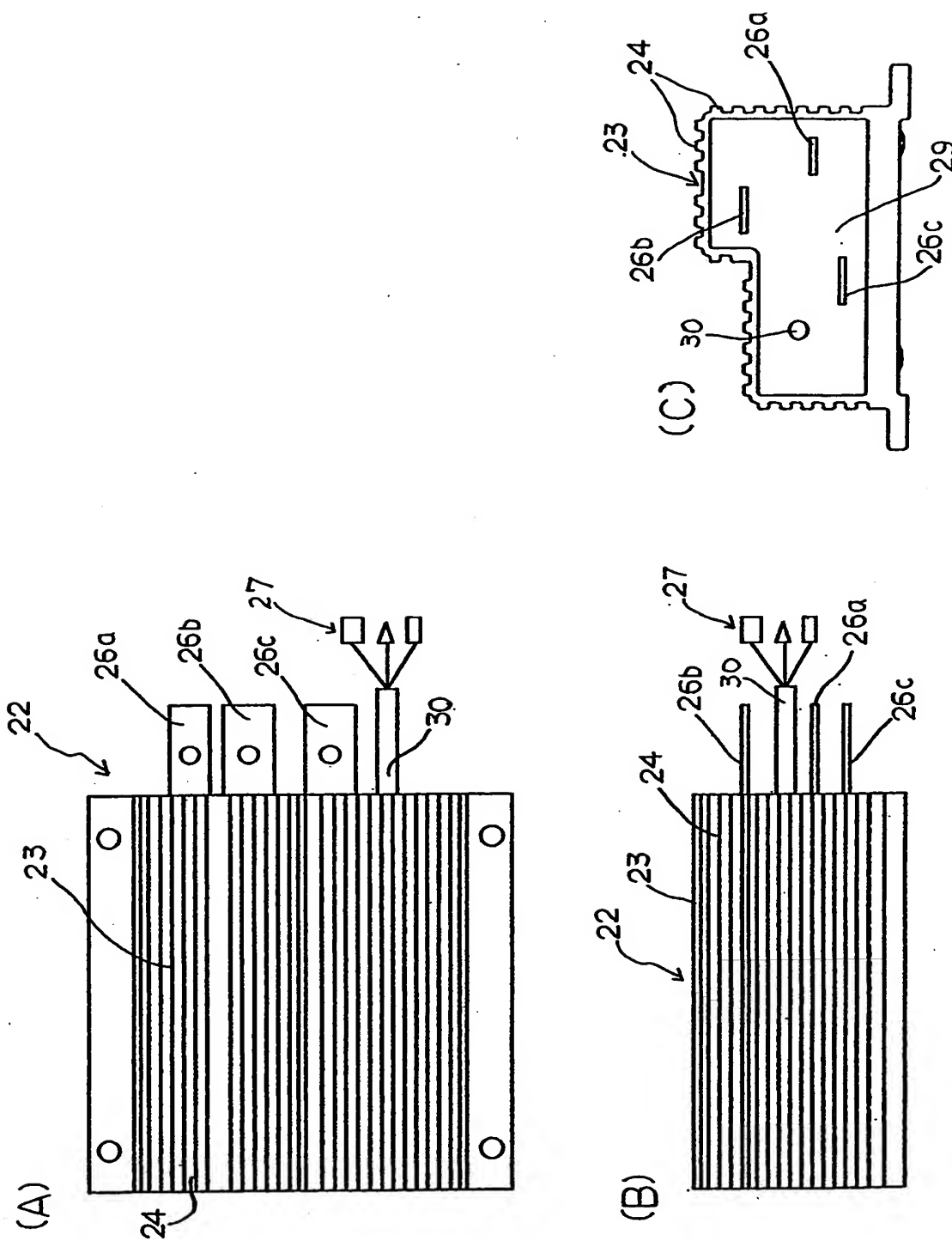
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 接合部の溶着性のばらつきにかかわらず常に最適な最小時間で金属細線を半導体チップ上に接合できるワイヤボンディング方法およびワイヤボンディング装置を提供する。

【解決手段】 金属細線 1 3 を保持して半導体チップ 1 0 のボンディングパッド 1 2 上に押付けるためのツール 2 と、該ツール 2 に超音波振動を付与するための振動子 3 と、該振動子 3 を振動させるための発振器 4 と、該発振器 4 の出力制御を行う制御部 9 と、前記ツール 2 に押付け力を付与するための加圧手段 5 とを有するワイヤボンディング装置 1 において、前記金属細線 1 3 とボンディングパッド 1 2 との接合検出手段（超音波発振器 4、制御部 9、出力フィードバック信号 C）を備え、該接合検出手段の検出結果に応じて前記制御部 9 が動作するように該接合検出手段と制御部 9 とを連結した。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000191858]

1. 変更年月日 2001年 4月27日
[変更理由] 名称変更
住 所 静岡県周智郡森町森1450番地の6
氏 名 株式会社モリック